

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-088719

(43)Date of publication of application : 03.04.2001

(51)Int.Cl.

B62D 5/04  
B62D 6/00  
// B62D119:00

(21)Application number : 11-317967

(71)Applicant : NSK LTD

(22)Date of filing : 09.11.1999

(72)Inventor : CHIKARAISHI KAZUO

(30)Priority

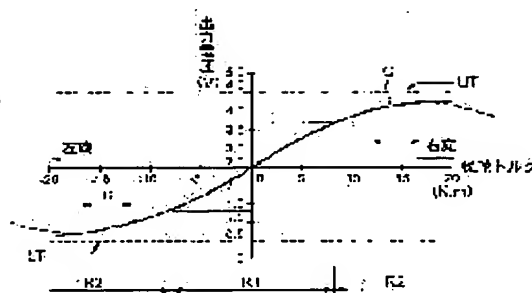
Priority number : 11204474 Priority date : 19.07.1999 Priority country : JP

## (54) ELECTRIC POWER STEERING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To effectively restrain generation of noise.

SOLUTION: A torque sensor, when a torsional condition of a torsion bar is within a specified angle, linearly outputs a detection signal converted at a first conversion ratio to the torsional condition thereof, and then when the torsional condition thereof exceeds the specified angle but is within a limit angle, outputs a detection signal converted at a second conversion ratio being smaller than the first conversion ratio. In a range over a limit range R1, on the other hand, a relatively low detection signal converted at the second conversion ratio with respect to the torsional condition of the torsion bar, and thereby even if an abnormal signal is output from the torque sensor, it can be recognized easily. Further, when the value of detection signal exceeds threshold values LT, UT set out of the range of detection signal, the abnormality of torque sensor can be accurately detected while enhancing the allowable torque of the torsion bar.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

04.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-88719

(P2001-88719A)

(43) 公開日 平成13年4月3日(2001.4.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
B 6 2 D 5/04		B 6 2 D 5/04	3 D 0 3 2
6/00		6/00	3 D 0 3 3
// B 6 2 D 119:00		119:00	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平11-317967  
(22) 出願日 平成11年11月9日(1999.11.9)  
(31) 優先権主張番号 特願平11-204474  
(32) 優先日 平成11年7月19日(1999.7.19)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

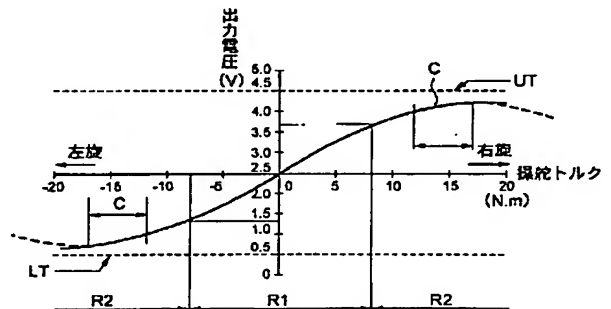
(71) 出願人 000004204  
日本精工株式会社  
東京都品川区大崎1丁目6番3号  
(72) 発明者 力石 一穂  
群馬県前橋市島羽町78番地 日本精工株式  
会社内  
(74) 代理人 100107272  
弁理士 田村 敬二郎 (外1名)  
Fターム(参考) 3D032 CC28 CC33 CC50 DA15 DB11  
DC33 DD06 EA01 EB11 EC22  
GG01  
3D033 CA03 CA16 CA21 CA31 CA32

(54) 【発明の名称】 電動式パワーステアリング装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 より効果的に騒音を抑制する。

【解決手段】 トルクセンサが、トーションバーのネジレが所定角度内であるときは、前記ネジレに対して第1の換算比で変換された検出信号をリニアに出力し、前記所定角度を超え、かつ制限角度以内では、前記ネジレに対し前記第1の換算比よりも小さい第2の換算比で変換された検出信号を出力する。一方、制御範囲R1を超えた領域では、トーションバーのネジレに対し第2の換算比で変換された、比較的低い検出信号が出力されるので、トルクセンサから万が一異常信号が出力されたような場合でも、容易に見分けが付くこととなる。更に、検出信号の範囲外に設定された閾値LT、UTを、検出信号が超えたとき又は下回ったとき、トーションバーの許容トルクを高めながらも、精度良くトルクセンサの異常を検出することができる。



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項1】 ハウジングと、

前記ハウジングに取り付けられ回転軸を回転させるモータと、

車輪を操舵する為に操舵力を出力する出力軸と、ステアリングホイールから前記出力軸へと操舵力を伝達する入力軸と、

前記モータの前記回転軸と前記出力軸とを動力伝達可能に連結する動力伝達機構と、

前記出力軸と前記入力軸とを連結し、前記入力軸に付与された操舵トルクに応じて弾性的にねじれるネジレ部材と、

前記ネジレ部材のネジレ量に対応した検出信号を出力する検出装置と、

前記検出装置からの検出信号に基づいて、前記モータを駆動制御する制御装置と、

前記出力軸と前記入力軸との相対回転を制限することによって、制限角度以上の前記ネジレ部材のネジレを禁止する制限部材とを有し、

前記検出装置は、前記ネジレ部材のネジレが所定角度内であるときは、前記ネジレに対して第1の換算比で変換された検出信号を出力し、前記所定角度を超え、かつ前記制限角度以内では、前記ネジレに対し前記第1の換算比よりも小さい第2の換算比で変換された検出信号を出力するようになっており、

更に、前記ネジレ部材のネジレが前記制限角度以内である場合における正常な前記検出装置から出力される検出信号の範囲外に設定された閾値を、前記検出信号が超えたとき又は下回ったとき、前記検出装置に異常が生じたと判定されるようになっている電動式パワーステアリング装置。

【請求項2】 前記制限角度までねじれたときの前記ネジレ部材の受けるトルクは、 $-15\text{ Nm}$ 以下もしくは $15\text{ Nm}$ 以上となっている請求項1に記載の電動式パワーステアリング装置。

## 【請求項3】 ハウジングと、

前記ハウジングに取り付けられ回転軸を回転させるモータと、

車輪を操舵する為に操舵力を出力する出力軸と、ステアリングホイールから前記出力軸へと操舵力を伝達する入力軸と、

前記モータの前記回転軸と前記出力軸とを動力伝達可能に連結する動力伝達機構と、

前記出力軸と前記入力軸とを連結し、前記入力軸に付与された操舵トルクに応じて弾性的にねじれるネジレ部材と、

前記ネジレ部材のネジレ量に対応した検出信号を出力する検出装置と、

前記検出装置からの検出信号に基づいて、前記モータを駆動制御する制御装置と、

前記出力軸と前記入力軸との相対回転を制限することによって、制限角度以上の前記ネジレ部材のネジレを禁止する制限部材と、を有し、

前記制御装置は、前記検出装置の検出結果に基づいて、前記ネジレ部材が、前記制限角度に近い所与の角度までねじれたと判断したときは、前記ネジレ部材のネジレを緩和する方向に、前記モータの出力を増大又は減少させるようになっている電動式パワーステアリング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は電動式パワーステアリング装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 車両用の電動式パワーステアリング装置として、例えば特開平8-207798号に示すように、車輪の操舵を行う際に操舵トルクを検出してステアリングホイールに付与された手動力を補助するように構成したものが知られている。かかる構成においては、ステアリングホイールから操舵力を受ける入力軸と、車輪に操舵力を伝達する出力軸との間をトーションバーで連結し、かかるトーションバーのネジレを検出することによって、制御に必要な操舵トルクを検出できるようになっている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 ところで、例えば車輪が路肩に接触したような場合、あるいは急操舵時にラックエンドまでステアリングホイールを回したような場合には、入力軸と出力軸との間で大きな力が伝達されて、トーションバーに大きな力が付与される恐れがある。かかる場合、トーションバーがその弾性限界を超えて塑性変形を生じたら、操舵トルクゼロの基準点が変わってしまい、電動式パワーステアリング装置の制御機能を損なうこととなる。そこで、通常は出力軸と入力軸との相対回転を制限する制限部材が設けられ、大きな力が付与された場合でも、トーションバーに塑性変形が生じないようにしている。

【0004】 このような制限部材は、出力軸側に形成された断面が十字型の凸部と、入力軸側には形成された対応する形状の凹部とからなり、通常の動作時には凸部と凹部とは係合させることなくトーションバーのネジレを許容する一方で、出力軸と入力軸と間の相対回転が制限角度以上大きくなったときは、凸部が凹部に係合するようにして、トーションバーの過大ネジレを防止するように機能するものである。

【0005】 更に、電動式パワーステアリング装置は、従来は車重の比較的小さい軽乗用車に主として用いられていたが、近年においては、その性能が向上してきたこともあり、より車重の重い小型乗用車などにも転用されるようになってきた。しかるに、車重の重い小型乗用車においては、路面からの力や操舵力も大きくなりがちであ

り、トーションバーが制限角度までねじれて、出力軸の凸部と入力軸の凹部とが衝突し合うことによる打音が頻繁に発生する恐れがある。

【0006】これに対し、従来において小型乗用車等に用いられていた油圧式の電動式パワーステアリング装置の場合、入力軸と出力軸との急激な相対回動を妨げるように粘性抵抗が生ずるため、そのような打音が特に問題となることはなかった。

【0007】このような打音を抑制するために、制限角度を大きく設定して、トーションバーがより大きな角度までねじれても、出力軸の凸部と入力軸の凹部とが衝突しないようにすることも考えられる。しかしながら、トーションバーが大きくねじれると、それに応じてトルクセンサからの出力信号も増大（または減少）し、トルクセンサの異常を発見するための閾値を超える恐れがある。かかる出力信号が閾値を超えると、制御回路は正常であるトルクセンサを異常と誤診して、エラー信号を発する恐れがある。

【0008】かかる問題に鑑み、本発明は、より効果的に騒音を抑制できる電動式パワーステアリング装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成すべく、本発明の電動式パワーステアリング装置は、ハウジングと、前記ハウジングに取り付けられ回転軸を回転させるモータと、車輪を操舵する為に操舵力を出力する出力軸と、ステアリングホイールから前記出力軸へと操舵力を伝達する入力軸と、前記モータの前記回転軸と前記出力軸とを動力伝達可能に連結する動力伝達機構と、前記出力軸と前記入力軸とを連結し、前記入力軸に付与された操舵トルクに応じて弾性的にねじれるネジレ部材と、前記ネジレ部材のネジレ量に対応した検出信号を出力する検出装置と、前記検出装置からの検出信号に基づいて、前記モータを駆動制御する制御装置と、前記出力軸と前記入力軸との相対回動を制限することによって、制限角度以上の前記ネジレ部材のネジレを禁止する制限部材とを有し、前記検出装置は、前記ネジレ部材のネジレが所定角度内であるときは、前記ネジレに対して第1の換算比で変換された検出信号を出力し、前記所定角度を超え、かつ前記制限角度以内では、前記ネジレに対し前記第1の換算比よりも小さい第2の換算比で変換された検出信号を出力するようになっており、更に、前記ネジレ部材のネジレが前記制限角度以内である場合における正常な前記検出装置から出力される検出信号の範囲外に設定された閾値を、前記検出信号が超えたとき又は下回ったとき、前記検出装置に異常が生じたと判定されるようになっている。

【0010】更に、本発明の電動式パワーステアリング装置は、ハウジングと、前記ハウジングに取り付けられ回転軸を回転させるモータと、車輪を操舵する為に操舵

力を出力する出力軸と、ステアリングホイールから前記出力軸へと操舵力を伝達する入力軸と、前記モータの前記回転軸と前記出力軸とを動力伝達可能に連結する動力伝達機構と、前記出力軸と前記入力軸とを連結し、前記入力軸に付与された操舵トルクに応じて弾性的にねじれるネジレ部材と、前記ネジレ部材のネジレ量に対応した検出信号を出力する検出装置と、前記検出装置からの検出信号に基づいて、前記モータを駆動制御する制御装置と、前記出力軸と前記入力軸との相対回動を制限することによって、制限角度以上の前記ネジレ部材のネジレを禁止する制限部材と、を有し、前記制御装置は、前記検出装置の検出結果に基づいて、前記ネジレ部材が、前記制限角度に近い所与の角度までねじれたと判断したときは、前記ネジレ部材のネジレを緩和する方向に、前記モータの出力を増大又は減少させるようになっている。

【0011】

【作用】本発明の電動式パワーステアリング装置によれば、前記検出装置が、前記ネジレ部材のネジレが所定角度内であるときは、前記ネジレに対して第1の換算比で変換された検出信号を出力し、前記所定角度を超え、かつ前記制限角度以内では、前記ネジレに対し前記第1の換算比よりも小さい第2の換算比で変換された検出信号を出力するので、例えば電動式パワーステアリング装置の制御範囲内では、前記ネジレ部材のネジレに対し第1の換算比で変換された、比較的高い検出信号を用いることができ、前記制限部材の打音防止のために前記ネジレ部材のねじり剛性を高めた場合でも、前記モータの円滑な制御を行うことができる。一方、制御範囲を超えた領域では、前記ネジレ部材のネジレに対し第2の換算比で変換された、比較的低い検出信号が出力されるので、検出装置から万が一異常信号が出力されたような場合でも、容易に見分けが付くこととなる。更に、前記ネジレ部材のネジレが前記制限角度以内である場合における正常な前記検出装置から出力される検出信号の範囲外に設定された閾値を、前記検出信号が超えたとき又は下回ったとき、前記検出装置に異常が生じたと判定されるようになっているので、前記ネジレ部材の許容トルクを高めながらも、精度良く前記検出装置の異常を検出することができる。

【0012】更に、前記制限角度までねじれたときの前記ネジレ部材の受けるトルクが、 $-15\text{ Nm}$ 以下もしくは $15\text{ Nm}$ 以上となる程度に、前記ネジレ部材をねじり剛性を高くすれば、前記制限部材の打音を効果的に抑止できる。

【0013】本発明の電動式パワーステアリング装置によれば、前記制御装置が、前記検出装置の検出結果に基づいて、前記ネジレ部材が、前記制限角度に近い所与の角度までねじれたと判断したときは、前記ネジレ部材のネジレを緩和する方向に、前記モータの出力を増大又は減少させるようになっているので、前記制限部材の打音

を効果的に抑止できるようになっている。

#### 【0014】

、【発明の実施の形態】以下、本願発明の実施の形態を、図面を参照して以下に詳細に説明する。図1は、本発明の実施の形態である電動式のパワーステアリング装置を、入力軸の軸線に沿って切断して示す断面図である。図2は、図1の電動式のパワーステアリング装置をII-IIで切断して矢印方向に見た図である。

【0015】図1において、本体1aと蓋部材1bとからなるハウジング1内を、入力軸2および出力軸3が延在している。中空の入力軸2は、上端を図示しないステアリングシャフトに連結されており、更にステアリングシャフトは図示しないステアリングホイールに連結されている。入力軸2は、軸受4によりハウジング1に対して回転自在に支持されている。上端を入力軸2に連結し、下端をブッシュ7を介して出力軸3に圧入により連結したネジレ部材としてのトーションバー5が、入力軸2内を延在している。

【0016】入力軸2の下端周囲において、受けたトルクに比例してネジレ部材であるトーションバー5がねじれることに基づき、操舵トルクを検出する検出装置すなわちトルクセンサ6が設けられている。このトルクセンサ6は、いわゆるロータリー式非接触トルクセンサであって、ハウジング1に取り付けられた電磁ヨークカバー6aと電磁ヨーク6bとコイル6cと、コイル6cの内方に位置するように出力軸3の上端に取り付けられた磁性体製のスリーブ6dと、入力軸2の下端外周に等間隔で形成された16個の歯2aとで構成されている。

【0017】トルクセンサ6は、トーションバー5のねじれに基づく入力軸2と出力軸3との相対角度変位に対応する、スリーブ6dの外周に形成された窓6eと、入力軸2の歯2aとの回転方向の位置ズレを、コイル6cにおけるインピーダンスの変化として検出し、回路基板6fを介して電気信号として外部の制御回路（不図示）へ出力するものである。かかる制御回路は、入力された電気信号に基づき、入力軸2と出力軸3との間に伝達される操舵トルクを検出できることとなる。尚、このようなトルクセンサに関しては、例えば特開平8-240491号に開示されているため、以下に詳細は記載しない。

【0018】出力軸3の中央部にはウォームホイール3aが形成されており、出力軸3に公差する方向に延在するラック軸11のラック歯11aと噛合している。ラック軸11は、ラックガイド12a、スプリング12b、ロック部材12cからなる公知のラックサポート装置12により背面から支持され、ピニオン歯車3aに向かって押圧されている。

【0019】出力軸3の上方端近傍の外周には、ウォームホイール13が圧入等により固定的に取り付けられている。ウォームホイール13は、不図示の電動モータの

回転軸30に連結されたウォーム30aと噛合している。この電動モータは、不図示の制御回路に連結されているが、かかる制御回路は、トルクセンサ6の出力や車速等の情報を入力し、所定の電力を電動モータに供給して適切な補助トルクを発生させるものである。

【0020】ウォームホイール13の下方における出力軸3には、上方軸受14の内輪が嵌合し、出力軸3の下方端には下方軸受15の内輪が嵌合し、ナット17により固定されている。出力軸3は、本体1aに対し、アンギュラコンタクト玉軸受14、15により回転自在に支持されている。ねじカバー9をハウジング1に対してねじ込むことにより、下方軸受15は、ハウジング1の段部1dに対して固定されるようになっている。

【0021】更に、ウォームホイール13の下方における出力軸3の外周面には、段部3cが形成されている。軸受14の内輪14aは、段部3cに当接している。

【0022】図3は、出力軸3の上面図であり、図4は、図3に示す出両軸3をIV-IV線で切断して矢印方向に見た図である。図3において、出力軸3の上面には、略十字形状の凹部3dが形成されている。一方、入力軸2の下端2bは、図3に点線で示す如く、略十字形状の断面形状を有し、凹部3d内に侵入している。

【0023】入力軸2の下端2bは、出力軸3の凹部3dに対し、略相似形状であるが、わずかに小さく形成されている。従って、入力軸2と出力軸3とは、下端2bが凹部3dの内壁に当接するまで、両方向の相対回転が許容されるが、下端2bが凹部3dの内壁に当接したときは、それ以上の相対回転が禁止されるようになっている。このときの入力軸2と出力軸3との中立位置からの相対回転角度を、制限角度という。尚、下端2bと凹部3dとで制限部材を構成する。

【0024】次に、本発明による実施の形態の動作につき以下に説明する。車両が直進状態にあり、図示しないステアリングホイールおよびステアリングシャフトを介して、入力軸2に操舵力が入力されていないとすると、トルクセンサ6は出力信号を発生せず、従って電動モータは補助操舵力を発生しない。

【0025】車両がカーブを曲がろうとするとときに運転者が不図示のステアリングホイールを操舵すると、操舵力に応じてトーションバー5がねじれ、入力軸2と出力軸3との間で相対回転が発生する。トルクセンサ6は、この相対回転の方向および量に応じて信号を出力する。この信号に基づき、電動モータは回転して補助操舵力を発生する。かかる電動モータの回転は、ウォームギヤ機構（30a、13）により減速されて出力軸3に伝達され、ラック軸11の移動を支援することとなる。

【0026】図5、6は、入力軸2と出力軸3との間で伝達される操舵トルクを横軸にとり、トルクセンサ6からの出力電圧を縦軸にとって、トルクセンサ6の出力特性を示したグラフであり、その出力電圧が2.5Vのと

きに操舵トルクは非伝達状態すなわち中立となる。尚、実際のトルクセンサ6の出力特性においては、摩擦抵抗などに基づき、ある程度ヒステリシスが生じるが、図5、6においては、理解しやすいようにヒステリシスがでない理想状態で示している。

【0027】ところで、操舵トルクが $-8\text{ Nm} \sim 8\text{ Nm}$ の範囲R1が、電動式パワーステアリング装置の通常の制御範囲であり、従来技術においては、かかる範囲を超えたとき（例えば操舵トルクが $-12\text{ Nm}$ を下回ったとき又は $12\text{ Nm}$ を上回ったとき）に、図3、4に示す入力軸2の十字形状の下端2aが、出力軸3の凹部3dの内壁に当接し、それ以上の入力軸2と出力軸3との相対回動を禁止して、トーションバー5の塑性変形などを防止するようになっている。従って、操舵トルクが $-12\text{ Nm}$ を下回ったとき又は $12\text{ Nm}$ を上回ったときには、それ以上トーションバー5はねじれないため、図5の実線Aに示すように、トルクセンサ6は一定値（ $4.2\text{ V}$ 又は $0.7\text{ V}$ ）を出力することとなる。

【0028】ところが、路肩に接触などして車輪側から突発的に衝撃的な力が入力され、かかる衝撃的な力が、ラック軸11を遡って伝達され、それにより入力軸2と出力軸3との間に比較的大きなトルク（ $\pm 15 \sim 20\text{ Nm}$ ）が付与されることがある。かかる場合、図3、4に示す入力軸2の十字形状の下端2aが、出力軸3の凹部3dの内壁に衝撃的に当接し、打音が生じることとなる。

【0029】これを防止する一つの考えは、入力軸2の十字形状の下端2aが、出力軸3の凹部3dの内壁に当接する際のトルク（以下ストップ係止時トルクとする）を増大させることである。かかるストップ係止時トルクを増大させるためのトーションバー5の設計を、丸棒を例にして説明する。

【0030】丸棒の直径： $D$ 、長さ： $L$ 、横弾性係数： $G$ 、とすると、トルク $T$ における最大せん断応力は $\tau = 16T/\pi D^3$ 、トルクによる丸棒の捩れ角は $\theta = 32TL/\pi GD^4$ 、トーションバー5のバネの定数は $K = T/\theta$ となる。

【0031】ストップ係止時トルクを大きくする為には、トーションバー5のバネ定数を変更せずに行なう設計と、バネ定数を変更して行なう設計とが考えられる。

【0032】まず、トーションバー5のバネ定数を変更しない設計を考える。この場合、ストップ係止時トルクを大きくする為には、ネジレ角を大きくしなければならない。しかし、トーションバー5は繰り返しネジレを受ける為、その許容せん断応力は材料のSN線図から求められ、ネジレ角に比例して最大せん断応力を大きくする事は困難である。よって最大せん断応力は一定の下、径： $D$ 及び長さ： $L$ を変更することとなる。

【0033】ばね定数 $K$ ＝一定、最大せん断応力 $\tau$ ＝一定において、最大トルクを $T$ から $T_1$ へ変更後の最大ネ

ジレ角： $\theta$ 、径： $D$ 、長さ： $L$ を夫々、 $\theta_1$ 、 $D_1$ 、 $L_1$ 、とすると上式から以下の関係がえられる。

【0034】最大せん断応力を一定とする為の条件は、 $T_1/T = (D_1/D)^3$ である。バネ定数を一定とする為の条件は、 $L_1/L = (D_1/D)^4$ である。これより、ストップに接触する時のトルクを2倍にしたとすると、トーションバー5の径 $D$ を約1.26倍、長さ $L$ を約2.52倍としなければならない。

【0035】ところが、トーションバー5が長くなると、装置全体が大型化してしまい、コスト、重量増等の問題が生じる。更に、ステアリングコラムにトルクセンサ6を設けた場合、トルクセンサ6が長大化した分、衝突時エネルギー吸収用のストロークが十分に取れなくなるという問題も生ずる、そこで、ストップ係止時トルクを大きくする為には、バネ定数を変更して行なうことが不可欠となる。

【0036】次にバネ定数を変更する設計を考える。トーションバー5の長さ $L$ ＝一定、最大せん断応力 $\tau$ ＝一定において、最大トルクを $T$ から $T_1$ へ変更後のバネ定数： $K$ 、最大ネジレ角： $\theta$ 、径： $D$ を夫々、 $K_1$ 、 $\theta_1$ 、 $D_1$ 、及び $K_1 = aK$ とすると、上式から以下の関係がえられる。

【0037】最大せん断応力を一定とする為の条件は、 $T_1/T = (D_1/D)^3$ である。長さ $L$ を一定とする為の条件は、 $a = (D_1/D)^4$ である。ネジレ角とトルクの関係は、 $T_1/T = a\theta_1/\theta$ である。これより、ストップ係止時トルクを2倍（ $T_1/T = 2$ ）とすると、トーションバー5の径 $D$ は約1.26倍、そのバネ定数 $K_1$ は約2.52倍、最大ネジレ角 $\theta$ は約0.79倍となる。

【0038】故に、トーションバー長さ $L$ を出来るだけ短く、且つ、ストップ係止時トルクを大きく設計する為には、バネ定数を大きくして設計する事が不可欠となる。

【0039】このようにトーションバー5のバネ定数を高くすると、路面から受ける衝撃的な力に基づき、入力軸2と出力軸3との間に比較的大きなトルク（ $\pm 15 \sim 20\text{ Nm}$ ）が付与されたとしても、図3、4に示す入力軸2の十字形状の下端2aが、出力軸3の凹部3dの内壁に当接せず、従って打音の発生を抑止できる。また、操舵トルクが $-12\text{ Nm}$ を下回る範囲、又は $12\text{ Nm}$ を上回る範囲でも、トルクセンサ6は操舵トルクに応じた出力を発生できるという利点がある。

【0040】しかしながら、トーションバー5のバネ定数が高くなると、トルクセンサ6の出力特性は、図5の点線Bに示すようになり、通常の制御範囲R1におけるトルクセンサ6からの出力電圧 $V_2$ は $1.8\text{ V} \sim 3.2\text{ V}$ となってしまう。すなわち、トーションバー5のねじり剛性を高める前の出力電圧 $V_1$ すなわち $1.3\text{ V} \sim 3.7\text{ V}$ に比べ、出力レンジが約40%ほど低下するた

め、それだけ制御が粗くなる恐れがある。

【0041】より具体的には、ストップ係止時トルクを大きく設定する為に、トーションバー5のパネ定数を大きくして設定した場合、単位ネジレ角当たりの変位が減少するので、トルクセンサ6からの出力も小さくなり、それによりトルク検出精度が低下し、操舵フィーリングが悪化してしまう恐れがある。一方、センサ出力を小さくしないように、単位ネジレ角当たりの変位が大きくなるように変換機構部を見直した場合においても、機構部に起因する摩擦成分も増幅されるので、センサ特性のヒステリシス成分も増大し、同様にトルク検出精度が低下し、操舵フィーリングが悪化してしまう恐れがある。

【0042】これに対し、トーションバー5のネジレ剛性を増大させたことに伴って、トルクセンサ6において、例えばスリーブ6dの窓6eの数と、入力軸2の歯2aの数を増大させて、トーションバー5のネジレ角に対するトルクセンサ6の出力電圧の比（換算比）を増大させることも考えられる。ところが、トルクセンサ6の出力電圧が0.5V（下閾値LT）を下回るか、又は4.5V（上閾値UT）を上回ると、不図示の制御回路が、トルクセンサ6に異常が生じたものと判断するようになっているので、トーションバー5のネジレ角に対するトルクセンサ6の出力電圧の比を単純に増大させたのみでは、かかる閾値LT、UTに近い出力電圧が生じやすくなって、正常であるにもかかわらずエラー信号が発生しやすいことになり、それにより電動式パワーステアリング装置の機能が損なわれる恐れがある。

【0043】そこで、本実施の形態においては、図6に示すように、入力軸2と出力軸3との相対角度が所定角度以内である通常の制御範囲R1においては、トルクセンサ6からの出力電圧は、1.8V～3.2Vの範囲で第1の換算比でほぼニアに変化させると共に、操舵トルクが-8Nmを下回る、又は8Nmを上回る範囲R2においては、第1の換算比より低い第2の換算比を用いて変化率がより緩和されるように、すなわち出力特性が二次曲線を描くようにしている。このような換算比は可変値であっても良いからである。従って、出力特性としてはサインカーブやサインカーブに類似した周期曲線なども含まれる。これにより、制御範囲R1においては、高精度な制御を行えるようにすると共に、範囲R2においては、出力電圧が閾値LT、UTを超えにくくするようになっている。ちなみに、図6に示す本実施の形態にかかるトルクセンサ6の出力特性によれば、ストップ係止時トルクを-12Nmから-17Nmへ、また12Nmから17Nmへと拡大することができる。

【0044】更に、別な実施の形態として、トルクセンサ6からの出力電圧が例えば4.0Vを超えた場合（又は1.0Vを下回った場合）、不図示の制御装置は、トーションバー5が制限角度に近い所与の角度までねじれたので、図3、4に示す入力軸2の十字形状の下端2a

が、出力軸3の凹部3dの内壁に当接する直前になったと判断して、トーションバー5のネジレが緩和される方向に、駆動モータから出力される回転トルクを増大もしくは減少させるように制御することが考えられる。かかる制御により下端2aと凹部3dとの強い当接が回避され、それにより打音を抑制することができる。尚、図6に示すトルクセンサ6の非線形な出力特性を利用して、出力電圧の増大率（もしくは減少率）が低下したことに応じて、トーションバー5が制限角度に近い所与の角度までねじれたことを判断することもできる。

【0045】以上、実施の形態を参照して本願発明を詳細に説明してきたが、本願発明は上記実施の形態に限定して解釈されるべきでなく、その趣旨を損ねない範囲で適宜変更、改良可能であることはもちろんである。たとえば、上述した実施の形態においては、トルクセンサとして非接触タイプとして用いたが、螺旋溝とボールとを含む接触型のトルクセンサを用いても良い。かかる場合、螺旋溝のピッチを中央側と両端側とで変化させることにより、図6に示すような出力特性を得ることができる。

【0046】

【発明の効果】本発明の電動式パワーステアリング装置によれば、前記検出装置が、前記ネジレ部材のネジレが所定角度内であるときは、前記ネジレに対して第1の換算比で変換された検出信号を出力し、前記所定角度を超え、かつ前記制限角度以内では、前記ネジレに対し前記第1の換算比よりも小さい第2の換算比で変換された検出信号を出力するので、例えば電動式パワーステアリング装置の制御範囲内では、前記ネジレ部材のネジレに対し第1の換算比で変換された、比較的高い検出信号を用いることができ、前記制限部材の打音防止のために前記ネジレ部材のねじり剛性を高めた場合でも、前記モータの円滑な制御を行うことができる。一方、制御範囲を超えた領域では、前記ネジレ部材のネジレに対し第2の換算比で変換された、比較的低い検出信号が出力されるので、検出装置から万が一異常信号が出力されたような場合でも、容易に見分けが付くこととなる。更に、前記ネジレ部材のネジレが前記制限角度以内である場合における正常な前記検出装置から出力される検出信号の範囲外に設定された閾値を、前記検出信号が超えたとき又は下回ったとき、前記検出装置に異常が生じたと判定されるようになっているので、前記ネジレ部材の許容トルクを高めながらも、精度良く前記検出装置の異常を検出することができる。

【0047】本発明の電動式パワーステアリング装置によれば、制御装置が、検出装置の検出結果に基づいて、前記ネジレ部材が、前記制限角度に近い所与の角度までねじれたと判断したときは、前記ネジレ部材のネジレを緩和する方向に、前記モータの出力を増大又は減少させるようになっているので、前記制限部材の打音を効果的

11

に抑止できるようになっている。

【図面の簡単な説明】

・【図1】本発明の実施の形態である電動式のパワーステアリング装置を、入力軸の軸線に沿って切断して示す断面図である。

【図2】図1の電動式のパワーステアリング装置をII-IIで切断して矢印方向に見た図である。

【図3】出力軸3の上面図である。

【図4】図3に示す出軸3をIV-IV線で切断して矢印方向に見た図である。

【図5】操舵トルクを横軸にとり、トルクセンサ6から

の出力電圧を縦軸にとって、トルクセンサ6の出力特性を示したグラフである。

【図6】操舵トルクを横軸にとり、トルクセンサ6からの出力電圧を縦軸にとって、トルクセンサ6の出力特性を示したグラフである。

【符号の説明】

- 1 ハウジング
- 2 入力軸
- 3 出力軸
- 5 トーションバー
- 6 トルクセンサ

【図1】

